# Hidrología y Recursos Hidráulicos

## 1. Datos generales

| Código UPM | Créditos | Carácter | Especialidad | Idioma |
|---|---|---|---|---|
| 45001412 | 4,5 | Tecnológica específica | Hidrología | Español |

| | |
|---|---|
| Nombre en inglés | Hydrology and Water Resources |
| Materia | Hidrología y recursos hidráulicos |
| Departamento | Ingeniería Civil: Hidráulica, Energética y Medio Ambiente |
| Web asignatura | http://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales |
| Periodo impartición | Séptimo semestre. |

## 2. Profesorado

| Nombre y apellidos | Tribunal | Grupo | Horario tutorías | Lugar | Correo electrónico |
|---|---|---|---|---|---|
| Luis Garrote de Marcos | Pte | | M (9:00-11:00), J y V (16:00-18:00) | Lab. Sis. Inteligen-tes | *l.garrote@upm.es* |
| Alvaro Sordo Ward | Vocal | | L (16:00 – 19:00) M (11:00 -14:00 y 16:00-18:00) | Labora. Hidráulica | *alvaro.sordo.ward@upm.es* |
| Luis Mediero Orduña | Secr | | X(11:00-14:00) J(11:00-14:00) | Planta 10 | *luis.mediero@upm.es* |
| Isabel Granados García | | | V (8:30-11:30 y 14:15-15:15) | Labora. Hidráulica | *i.granados@upm.es* |

**NOTA.** El profesor que figura en primer lugar es el coordinador de la asignatura.

## 3. Conocimientos previos

Asignaturas que debe haber cursado previamente:

Hidráulica e hidrología. Infraestructuras hidráulicas

Otros resultados de aprendizaje necesarios:

## 4. Competencias asignadas y nivel de adquisición

| Código | Competencia |
|---|---|
| CM24.1 | Conocimiento de los conceptos básicos de hidrología superficial y subterránea. |
| CM37.1 | Conocimiento y capacidad para proyectar y dimensionar obras e instalaciones hidráulicas, sistemas energéticos, aprovechamientos hidroeléctricos y planificación y gestión de recursos hidráulicos superficiales y subterráneos |

| Código | Competencia |
|---|---|
| CM37.3 | Comprensión y capacidad de aplicación de modelos hidrológicos superficiales y subterráneos |
| CT4 | Capacidad de preparar y presentar con efectividad comunicaciones orales, escritas y gráficas |

## 5. Resultados de aprendizaje (RA) de la asignatura

| Código | Resultado del aprendizaje (RA) | Competencias asociadas |
|---|---|---|
| RA1 | Comprende y cuantifica el riesgo hidrológico a partir de datos de pluviometría y caudal | CM24.1<br>CM 37.1 |
| RA2 | Comprende y cuantifica la generación de caudales de escorrentía de la cuenca a partir de la lluvia | CM24.1<br>CM37.3 |
| RA3 | Comprende y cuantifica la propagación de los caudales de avenida | CM24.1<br>CM37.3 |
| RA4 | Conoce y comprende el funcionamiento de los modelos hidrológicos | CM37.3 |
| RA5 | Cuantifica y analiza los recursos hidráulicos de una cuenca | CM37.1 |
| RA6 | Realiza, documenta y expone un estudio hidrológico profesional. | CM24.1<br>CM37.3<br>CT4 |

## 6. Indicadores de logro

| Código | Básico | Descripción del indicador de logro | RA asociado |
|---|---|---|---|
| IL1 | No | Compara y analiza la información pluviométrica foronómica, localizando errores y completando datos | RA1 |
| IL2 | Sí | Determina por procedimientos estadísticos la lluvia y caudal asociados a distintos periodos de retorno | RA1 |
| IL3 | No | Determina las abstracciones producidas en la cuenca y calcula la lluvia neta | RA2 |
| IL4 | No | Estima el hidrograma unitario a partir de datos hidrométricos y a partir de datos fisiográficos | RA2 |
| IL5 | Si | Calcula el hidrograma de respuesta a la lluvia en una cuenca de tamaño intermedio | RA2 |
| IL6 | No | Calcula por métodos hidrológicos la laminación de una avenida a su paso por un embalse o un tramo de río | RA3 |
| IL7 | No | Conoce y aplica las ecuaciones de propagación de caudales de crecida | RA3 |
| IL8 | Sí | Calcula el caudal máximo producido en pequeñas cuencas para distintos periodos de retorno | RA2 y RA6 |
| IL9 | Si | Calcula el hidrograma de diseño en cuencas intermedias para distintos periodos de retorno | RA2 y RA6 |

| Código | Básico | Descripción del indicador de logro | RA asociado |
|---|---|---|---|
| IL10 | Si | Realiza cálculos hidrológicos con ayuda de modelos | RA4 |
| IL11 | No | Identifica y cuantifica los recursos hidrológicos de una cuenca | RA5 |
| IL12 | No | Redacta un informe de los cálculos realizados | RA2 y RA3 |

**NOTA. Básico:** Indicador de logro que deben superarse de forma individual para aprobar las asignaturas.

# 7. Pruebas de evaluación y sus criterios de calificación

| Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán | Peso |
|---|---|

## 7.1. Mediante "evaluación continua"

**PE1. Participación activa en la clase y realización de ejercicios de clase** **10%**

Descripción. Consiste en la participación activa en clase y la respuesta a preguntas que se hicieran individualmente, así como en la resolución de los ejercicios en clase.

Criterios de calificación. La participación activa se evaluará mediante la participación oral, la calificación de los apuntes de clase, que serán entregados por el alumno para su evaluación. La calificación de la prueba será la media entre la calificación de participación y la media de las calificaciones obtenidas en las preguntas y ejercicios de clase, siempre que se hayan realizado al menos un 80% de las evaluaciones de clase. En caso contrario, este ítem se calificará con 0.

Momento y lugar: Los ejercicios de clase se podrán proponer, sin previo aviso, en alguna de las clases ordinarias y se realizará en la propia aula de clase.

**PE2. Control al final de cada bloque temático** **20%**

Descripción. Consiste en un conjunto de pruebas objetivas realizadas a lo largo del curso. Cada control estará formado por varias preguntas cortas de carácter teórico y práctico relativas a una parte del temario. Cada control se realizará en el horario de una clase ordinaria de la asignatura y tendrá como máximo la duración de dicha clase.

Criterios de calificación. Cada control se califica de 0 a 10. La calificación de esta prueba de evaluación será la media aritmética de las calificaciones de los controles efectuados.

Momento y lugar: Cada control se realizará en una fecha prefijada, dentro del horario ordinario de una clase de la asignatura. Se realizará en la propia aula de clase (o en el aula de exámenes).

**PE3. Realización colectiva de un estudio hidrológico** **30%**

Descripción. Consiste en la realización de un estudio hidrológico profesional en grupos de 3-4 alumnos.

Criterios de calificación. Cada trabajo se calificará de 0 a 10. En la calificación, además del documento final presentado, se valorará el aporte individual de cada estudiante, el proceso de elaboración y el avance cronológico del trabajo en base a las pautas del profesor, y las evaluaciones orales grupales e individuales durante la ejecución del trabajo.

Momento y lugar: A lo largo del curso se definirá la fecha límite de presentación del trabajo. Para los trabajos que requieran exposición pública, ésta se realizará en la propia aula de clase dentro del horario ordinario.

| Código, nombre de la prueba de evaluación y breve descripción de las actividades evaluables, de sus criterios de calificación y del momento y lugar en que se realizarán | Peso |
|---|---|

**PE3. Examen final** **40%**

Descripción. El examen final consiste en un único examen, cuya duración será de unas 3 horas. Este examen estará formado por varios ejercicios (de carácter teórico y práctico) relativos a cualquier parte del contenido de la asignatura.

Criterios de calificación. Cada ejercicio se valorará de 0 a 10. La calificación del examen será la media aritmética de la calificación obtenida en sus ejercicios.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

**Calificación final de la asignatura mediante evaluación continua**

Será la más alta de las dos calificaciones siguientes:

- La media de la calificación de cada prueba de evaluación ponderada por su correspondiente peso, sin que este valor pueda exceder de 10.
- La calificación obtenida en el examen final.

Para superar la asignatura se debe obtener una calificación final igual o superior a 5.

## 7.2. Mediante "sólo prueba final"

Descripción. Consiste en el mismo examen final que el realizado por los alumnos que optan por evaluación continua.

Criterios de calificación. Cada ejercicio del examen se valorará de 0 a 10. La calificación del examen será la media aritmética de los ejercicios que lo componen.

Momento y lugar: Los determina la Jefatura de Estudios.

**Calificación final de la asignatura mediante "sólo prueba final"**

La calificación final de la asignatura será directamente la obtenida en el examen final. Para superar la asignatura se debe obtener una calificación final igual o superior a 5

# 8. Contenidos específicos (temario)

| Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores | Indicador de Logro asociado |
|---|---|
| **Tema 1.** Hidrometría<br>Variables hidrológicas. Redes de medida. Instrumentación. Pluviómetros y pluviógrafos. Hidráulica de las estaciones de aforo. Curva de gasto. Tratamiento de datos hidrométricos. Medición de variables fisiográficas. Fuentes de datos. | IL1 |
| **Tema 2.** Estadística aplicada a la hidrología<br>Análisis de datos hidrológicos. Test estadísticos y detección de valores fuera de rango. Ajuste de distribuciones extremales. Análisis de frecuencia. Diseño hidrológico. Incertidumbre. Recomendaciones para la estimación de leyes de frecuencia en España. | IL1, IL2 |

| Capítulo, Tema, Apartados y Descriptores | Indicador de Logro asociado |
|---|---|
| **Tema 3.** Precipitación<br>Métodos de cálculo de caudales de avenida. Métodos hidrometeorológicos. Cálculo de la precipitación máxima para un período de retorno dado. Precipitación areal. Curvas IDF. Determinación de la lluvia de proyecto. | IL3, IL8 |
| **Tema 4.** Cálculo de escorrentía<br>Métodos de cuantificación de abstracciones. Infiltración. Proceso de infiltración. Método del índice de curva. Método de abstracción inicial. | IL3, IL8 |
| **Tema 5.** Cálculo de caudales de avenida<br>Métodos de cálculo de caudales de avenida. Métodos hidrometeorológicos. Método racional. El método de la Instrucción de Carreteras. Hidrograma unitario. Obtención del hidrograma unitario a partir de datos. Cambio de duración del hidrograma unitario. Hidrograma unitario sintético. Hidrograma unitario instantáneo. Ecuación de convolución. Hidrograma unitario geomorfológico. | IL4, IL5, IL9 |
| **Tema 6.** Propagación de ondas de crecida<br>Métodos hidrológicos de propagación de caudales. Laminación de avenidas en embalses. Método de Puls. Propagación de avenidas en ríos. Método de Muskingum. Métodos hidráulicos. Onda cinemática. Onda dinámica. Esquemas numéricos. | IL6, IL7 |
| **Tema 7.** Modelos hidrológicos.<br>Tipos de modelos: modelos conceptuales y físicamente basados. Modelos de escorrentía urbana. El modelo HEC-HMS: precipitación, generación y transporte de escorrentía. Ejemplo de aplicación. | IL10, IL12 |
| **Tema 8.** Estudios de recursos.<br>Métodos basados en caudales. Modelos de regresión. Fórmulas climatológicas. Modelos de precipitación-aportación. El modelo SIMPA. Regulación. Métodos de cálculo de regulación. Modelos de gestión de recursos. El modelo AQUATOOL y WEAP. | IL11 |
| **Tema 9**. Planificación y gestión de recursos hidráulicos.<br>La planificación hidrológica. La directiva marco del agua. Contenido de los planes hidrológicos. | IL11 |

## 9. Descripción de los métodos de enseñanza empleados

Clase de teoría:

El profesor expondrá los resultados necesarios para la comprensión de los contenidos de la asignatura, acompañados de ejemplos significativos y de los razonamientos lógicos pertinentes para desarrollar la capacidad científica y técnica del alumno.

Clases prácticas:

Las clases prácticas para la resolución de ejercicios o problemas complementan a las teóricas para la correcta comprensión de esta asignatura. En las clases prácticas se aplicarán los conocimientos adquiridos a situaciones diversas, a fin de que el alumno adquiera soltura en el planteamiento y en la resolución de una amplia variedad de problemas. El alumno trabajará sobre problemas similares a los resueltos por el profesor. En ocasiones se dejará a los alumnos trabajar en un problema que resolverá seguidamente el profesor.

Trabajos autónomos:

El alumno estudiará la materia expuesta en las clases teóricas y prácticas, y se esforzará por resolver los ejercicios propuestos.

Trabajos en grupo:

Los alumnos realizarán en grupos de 3-4 un trabajo correspondiente en un estudio hidrológico profesional. Si lo estima conveniente, el profesor designará a un alumno para que presente el trabajo en clase.

Tutorías:

En las horas y lugares indicados, para facilitar al alumno la resolución de sus dudas.

## 10. Recursos didácticos

Bibliografía básica:

Martínez Marín, E., *Hidrología práctica*, Colección Escuelas. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2005. ISBN 84-380-0200-5

Bibliografía complementaria:

Chow V.T. et al, Hidrología aplicada. Mc Graw Hill Interamericana. 2000. ISBN 958-600-171-7

Hydrologic Modelling System HEC-HMS User's Manual. August 2010. Disponible en:
*http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/documentation/HEC-HMS_Users_Manual_3.5.pdf*

AQUATOOL DMA. Manual de usuario. UPV. Disponible en:

*http://www.upv.es/aquatool/docs/ManUsuarioAquatooldma_V002.pdf*

Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables. MAGRAMA, 2011

Ponce, V. M., Engineering Hydrology. Principes and Practices. Prentice-Hall, New Jersey, 1989.

Recursos Web:

Apuntes, hojas de cálculo y otro material faciliado por los profesores de la asignatura en la plataforma institucional Moodle.

Equipamiento específico:

## Tabla 11. Cronograma (puede diferir ligeramente entre los diferentes grupos que se imparten)

| Semana (ver Nota 1) | Clases magistrales | Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc. | Clases de laboratorio | Trabajo individual | Actividades de evaluación | Otras actividades | Horas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Introducción a la asignatura Temas 1 y 2<br>3 h 15 min | | | | | | 3 h 15 min |
| 2 | Tema 2<br>1 h 05 min | Ejercicios tema 2<br>2 h 10 min | | Estudio temas 1 y 2 con ejercicios<br>3 h 30 min | | | 6 h 45 min |
| 3 | Tema 3 y 4<br>2 h 10 min | Ejercicios tema 2 y 3<br>1 h 05 min | | Estudio temas 2 y 3 con ejercicios<br>3 h 30 min | | | 6 h 45 min |
| 4 | Tema 3 y 4<br>2 h 10 min | Ejercicios tema 3<br>1 h 05 min | | Estudio tema 3 con ejercicios<br>3 h 30 min | | | 6 h 45 min |
| 5 | Tema 3 y 4<br>1 h 05 min | Ejercicios tema 4<br>2 h 10 min | | Estudio tema 4 con ejercicios<br>3 h 30 min | | | 6 h 45 min |
| 6 | Temas 5 y 7<br>3 h 15 min | | | Estudio temas 5 y 7<br>3 h 30min | | | 6 h 45 min |
| 7 | Temas 5 y 7<br>2 h 10 min | Ejercicios tema 5<br>1 h 05 min | | Estudio temas 5 y 7 con ejercicios<br>3 h 30 min | | Trabajo<br>2 h 30 min | 9 h 15 min |
| 8 | Temas 5 y 7<br>1 h 05 min | Ejercicios tema 5<br>2 h 10 min | | Estudio temas 5 y 7 con ejercicios<br>3 h 30 min | | Trabajo<br>2 h | 8 h 45 min |

| Semana (ver Nota 1) | Clases magistrales | Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc. | Clases de laboratorio | Trabajo individual | Actividades de evaluación | Otras actividades | Horas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 9 | Temas 5 y 7<br>1 h 05 min | Ejercicios tema 5<br>1 h 05 min | | Estudio temas 5 y 7 con ejercicios<br>4 h 20 min | Control temas 1 a 4<br>1 h | Trabajo<br>2 h | 8 h 30 min |
| 10 | Tema 6<br>3 h 15 min | | | Estudio tema 6<br>3 h 30 min | | Trabajo<br>2 h | 8 h 45 min |
| 11 | Temas 6 y 7<br>2 h 10 min | Ejercicios tema 6<br>1 h 05 min | | Estudio temas 7 y 8 con ejercicios<br>3 h 30 min | | Trabajo<br>2 h | 8 h 45 min |
| 12 | Temas 6 y 7<br>1 h 05 min | Ejercicios tema 6<br>2 h 10 min | | Estudio temas 5 y 7 con ejercicios<br>3 h 30 min | | Trabajo<br>2 h | 8 h 45 min |
| 13 | Tema 8<br>2 h 10 min | Ejercicios tema 8<br>1 h 05 min | | Estudio temas 8 con ejercicios<br>3 h 30 min | | Trabajo<br>2 h | 8 h 45 min |
| 14 | Tema 9<br>1 h 05 min | Ejercicios tema 9<br>2h 10 min | | Estudio tema 8 con ejercicios<br>3 h 30 min | | | 6 h 45 min |
| 15 | Tema 9<br>2 h 10 min | Ejercicios tema 9<br>1 h 05 min | | Estudio del tema 9 con ejercicios<br>3 h 30 min | Control temas 5 a 9<br>1 h | | 6 h 45 min |
| Hasta el examen | | | | Preparación examen final<br>6 h 30 min | Examen final<br>3 h | | 9h 30 min |
| **Horas** | **29 h 15 min** | **18 h 25 min** | | **56 h 20 min** | **5 h** | **14 h 30 min** | **121 h 30 min** |

| Semana (ver Nota 1) | Clases magistrales | Clases de ejercicios, problemas, prácticas, etc. | Clases de laboratorio | Trabajo individual | Actividades de evaluación | Otras actividades | Horas |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

**NOTA 1.** Las fechas concretas de las semanas se indican en el cuadro dónde se presenta el calendario académico.